

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

2 730 766

②1 N° d'enregistrement national :

95 02041

⑤1 Int Cl<sup>e</sup> : F 03 G 7/06

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22.02.95.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 23.08.96 Bulletin 96/34.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : AEROSPATIALE SOCIETE  
NATIONALE INDUSTRIELLE SOCIETE ANONYME —  
FR.

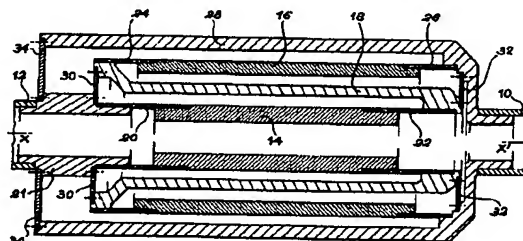
⑦2 Inventeur(s) : RAMON YVES et SAYEDE FREDERIC  
NOEL.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : SOCIETE DE PROTECTION DES  
INVENTIONS.

### ⑤4 ACTIONNEUR THERMIQUE DOUBLE EFFET A GRANDE COURSE.

⑤7 Un actionneur thermique double effet à grande course, utilisable notamment dans le domaine spatial, est formé d'éléments actifs (14, 16) et passif (18) reliant en série un organe d'entrée (10) à un organe de sortie (12) de telle sorte que l'élément passif (18) soit interposé entre deux éléments actifs, et orienté en sens inverse de ces derniers éléments, dans une direction (XX') d'application des efforts. Les éléments actifs (14, 16) présentent un fort coefficient de dilatation thermique positif et sont associés à des moyens de chauffage. L'élément passif (18) présente un coefficient de dilatation thermique faiblement positif, nul ou négatif. Avec un encombrement limité dans la direction (XX'), on commande ainsi un déplacement relatif important entre les organes d'entrée (10) et de sortie (12). L'actionneur présente de plus une raideur importante en traction, compression, flexion et torsion.



FR 2 730 766 - A1



## ACTIONNEUR THERMIQUE DOUBLE EFFET A GRANDE COURSE

## DESCRIPTION

5 L'invention concerne un actionneur  
thermique sensible à une variation de température pour  
commander, avec une grande résolution et sur une  
distance relativement importante, un mouvement de  
translation relative entre un organe d'entrée et un  
10 organe de sortie, dans l'un et l'autre sens.

Un tel actionneur peut être utilisé dans  
tous les cas où l'on désire commander un déplacement  
sur une distance relativement importante (plusieurs  
centaines de microns) avec une résolution  
15 submicronique, en présence d'efforts et de moments  
relativement élevés, tout en disposant d'un  
encombrement limité. Une application privilégiée de  
l'actionneur selon l'invention concerne donc la  
commande des éléments optiques et des antennes qui  
20 équipent les engins spatiaux ainsi que la commande des  
télescopes et des instruments optiques ou  
radioélectriques au sol.

Il n'existe pas, à l'heure actuelle,  
d'actionneur thermique double effet permettant de  
25 commander un déplacement avec une grande résolution et  
sur une grande course tout en étant d'un encombrement  
limité.

L'invention a précisément pour objet un  
actionneur double effet dépourvu de jeu, présentant une  
30 résolution submicronique et une course de plusieurs  
centaines de microns, capable de transmettre des  
efforts de plusieurs dizaines de kilonewtons, des  
moments de plusieurs centaines de newtons-mètres,  
présentant une raideur voisine de celle des éléments  
35 structuraux environnants, tenant dans un encombrement

limité, et suffisamment isolé de l'environnement dans lequel il est intégré pour ne pas le perturber thermiquement.

Conformément à l'invention, ce résultat est  
5 obtenu au moyen d'un actionneur thermique, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins deux éléments actifs, aptes à subir une augmentation de longueur dans une direction d'application d'efforts, sous l'effet d'une élévation de température, et inversement, et au  
10 moins un élément passif apte à subir une variation de longueur dans ladite direction inférieure à l'augmentation de longueur de chaque élément actif, sous l'effet de ladite augmentation de température, les éléments actifs et passif étant connectés bout à bout  
15 en série entre un organe d'entrée et un organe de sortie, chaque élément passif reliant deux éléments actifs consécutifs en étant orienté en sens inverse de ces derniers, selon ladite direction, de telle sorte que l'actionneur présente dans cette direction une  
20 longueur totale sensiblement inférieure à la somme des longueurs des éléments actifs.

Dans une forme de réalisation préférentielle de l'invention, les éléments actifs et passif sont des éléments tubulaires de diamètres  
25 différents, disposés coaxialement selon la direction d'application d'efforts.

Dans cette forme de réalisation préférentielle, l'actionneur comporte une cloche fixée à l'un des organes d'entrée et de sortie et entourant  
30 les éléments actifs et passif.

Afin d'éviter que l'actionneur ne perturbe thermiquement l'environnement dans lequel il est intégré, l'organe d'entrée est relié à un premier des éléments actifs par un premier élément thermiquement  
35 isolant et l'organe de sortie est relié à un deuxième

des éléments actifs par un deuxième élément thermiquement isolant. Le premier et le deuxième éléments thermiquement isolants sont alors disposés selon la direction d'application des efforts.

5 Dans une première forme de réalisation de l'invention, le deuxième élément thermiquement isolant est interposé entre l'organe de sortie et une extrémité du deuxième élément actif adjacente à cet organe de sortie.

10 Dans une deuxième forme de réalisation de l'invention, l'un des éléments passifs est disposé coaxialement à l'intérieur du deuxième élément actif et fixé sur l'organe de sortie à une extrémité. Le deuxième élément thermiquement isolant est alors  
15 interposé entre une extrémité du deuxième élément actif adjacente à l'organe d'entrée et la deuxième extrémité de l'élément passif placé dans ce deuxième élément actif.

Bien que les éléments actifs de  
20 l'actionneur thermique puissent être des éléments réalisés en matériau à mémoire de forme, ils sont constitués de préférence par des éléments à coefficient de dilatation thermique positif.

L'élément passif peut être également un  
25 élément à coefficient de dilatation thermique positif, ce coefficient étant alors très inférieur à celui des éléments actifs. Dans ce cas, l'élément passif est relié aux éléments actifs adjacents par des troisièmes éléments thermiquement isolants, disposés selon la  
30 direction d'application des efforts.

L'élément passif peut aussi être un élément à coefficient de dilatation thermique au plus sensiblement égal à zéro, c'est-à-dire que son coefficient de dilatation thermique est soit négatif,  
35 soit sensiblement nul. Dans ce cas, l'élément passif

peut être relié directement aux éléments actifs adjacents.

De préférence, la mise en oeuvre de l'actionneur dans l'un et l'autre sens est assuré par  
5 des moyens de chauffage et par des moyens de refroidissement associés aux éléments actifs. Dans certains cas, les moyens de refroidissement peuvent toutefois être omis si la variation de température nécessaire à la mise en oeuvre de l'actionneur dans le  
10 sens correspondant peut être obtenue par échange de chaleur avec l'environnement, par effet Peltier ou par tout autre moyen.

Pour donner à l'actionneur une raideur accrue, lorsque cela est nécessaire, des lames  
15 flexibles sont orientées perpendiculairement à la direction d'application d'efforts et relient l'organe d'entrée à une extrémité voisine de l'élément passif et l'organe de sortie à l'autre extrémité de l'élément passif. Lorsque l'actionneur comporte une cloche, au  
20 moins une autre lame flexible relie l'autre des organes d'entrée et de sortie (celui sur lequel la cloche n'est pas fixée) à l'extrémité voisine de la cloche.

On décrira à présent, à titre d'exemples non limitatifs, deux formes de réalisation  
25 préférentielles de l'invention, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale illustrant une première forme de réalisation d'un actionneur thermique conforme à  
30 l'invention ; et

- la figure 2 est une vue comparable à la figure 1, illustrant une deuxième forme de réalisation de l'invention.

Dans la forme de réalisation représentée  
35 sur la figure 1, l'actionneur thermique selon

l'invention présente un axe de symétrie longitudinal désigné par la référence XX'. Cet axe XX' correspond à l'axe d'application des efforts, selon lequel on désire commander un déplacement relatif entre un organe d'entrée 10 et un organe de sortie 12.

L'organe d'entrée 10 est lié rigidement à une structure de référence telle qu'une structure de satellite ou de sonde spatiale et l'organe de sortie 12 est lié rigidement à la pièce (élément optique ou autre) que l'on désire déplacer selon l'axe XX' par rapport à l'organe d'entrée 10. Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure, les organes d'entrée 10 et de sortie 12 présentent une forme tubulaire et sont disposés coaxialement bout à bout, à une certaine distance l'un de l'autre, selon l'axe XX'.

Il est à noter dès à présent que les fonctions des organes 10 et 12 peuvent être inversées. En d'autres termes, l'organe d'entrée peut être constitué par l'organe 12 et l'organe de sortie par l'organe 10.

Dans l'actionneur thermique selon l'invention, le déplacement relatif entre les organes d'entrée 10 et de sortie 12 selon l'axe XX' est assuré par au moins deux éléments actifs 14 et 16 connectés bout à bout en série par l'intermédiaire d'un élément passif 18. De façon plus précise, l'élément passif 18 est orienté en sens inverse des éléments actifs 14 et 16 selon l'axe d'application d'effort XX', de telle sorte que la longueur totale de l'actionneur selon cet axe soit sensiblement inférieure à la somme des longueurs des éléments actifs 14 et 16.

Par "éléments actifs", on désigne des éléments aptes à subir une forte augmentation de longueur dans la direction de l'axe XX' sous l'effet d'une élévation de température. Bien que ces éléments

actifs 14 et 16 puissent être réalisés en des matériaux à mémoire de forme, ils sont constitués de préférence en des matériaux à fort coefficient de dilatation thermique positif.

5                   Le chauffage de ces éléments actifs 14 et 16 assurant le fonctionnement de l'actionneur dans un premier sens est généralement assuré par des moyens de chauffage (non représentés) associés à chacun d'entre eux. Ces moyens de chauffage peuvent notamment être  
10 constitués par des résistances électriques ou par tout système analogue susceptible d'élever la température des éléments 14 et 16 de manière contrôlée. Le refroidissement des éléments actifs 14 et 16, assurant le fonctionnement de l'actionneur dans l'autre sens,  
15 est généralement assuré par un échange de chaleur avec l'environnement (lorsque cela est possible), par liaison avec une source froide, par exemple à l'aide d'une tresse conductrice, ou par tout système analogue susceptible de diminuer la température des éléments  
20 actifs 14 et 16.

                  L'expression "élément passif" désigne au contraire un élément apte à subir une variation de longueur dans la direction de l'axe XX' inférieure à l'augmentation de longueur de chacun des éléments  
25 actifs 14 et 16 lors d'une élévation de température donnée. Ce résultat peut être obtenu soit en réalisant l'élément passif 18 en un matériau présentant un faible coefficient de dilatation thermique positif, soit en un matériau présentant un coefficient de dilatation  
30 thermique sensiblement nul ou même négatif.

                  Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 1, les éléments actifs 14 et 16 ainsi que l'élément passif 18 présentent tous trois une forme tubulaire et un diamètre différent, de telle sorte  
35 qu'ils sont disposés coaxialement les uns dans les

autres selon l'axe XX'. De façon plus précise, l'élément actif interne 14 constitue un élément interne dont le diamètre extérieur est voisin de celui des organes d'entrée 10 et de sortie 12. Autour de cet  
5 élément actif interne 14 est placé l'élément passif 18, qui constitue un élément intermédiaire. L'élément passif 18 est lui-même entouré par l'élément actif 16, de plus grand diamètre qui constitue un élément externe.

10 Une première extrémité de l'élément actif interne 14, tournée vers la gauche sur la figure 1, est connectée à l'organe de sortie 12 par l'intermédiaire d'un élément tubulaire 20 thermiquement isolant. De  
15 façon plus précise, l'élément tubulaire 20 thermiquement isolant est fixé sur un manchon 21, lui même fixé dans l'organe de sortie 12. L'élément tubulaire 20 thermiquement isolant permet d'éviter que la chaleur transmise à l'élément actif interne 14 par les moyens de chauffage (non représentés) généralement  
20 associés à cet élément ne perturbe thermiquement les systèmes dont le déplacement est commandé par l'organe de sortie 12.

A son extrémité opposée, orientée vers la droite sur la figure 1, l'élément actif interne 14 est  
25 connecté bout à bout à l'extrémité adjacente de l'élément passif intermédiaire 18 qui l'entoure par un autre élément tubulaire 22 thermiquement isolant.

Lorsque le matériau constituant l'élément passif intermédiaire 18 est un matériau à coefficient  
30 de dilatation thermique positif, l'élément tubulaire 22 thermiquement isolant permet d'éviter qu'une mise en oeuvre des moyens de chauffage généralement associés à l'élément actif interne 14 n'entraîne un allongement de l'élément passif intermédiaire 18. En effet, du fait  
35 que l'élément passif intermédiaire 18 est orienté en



sens inverse des éléments actifs 14 et 16, son allongement aurait pour conséquence de réduire la course totale de l'actionneur.

Au contraire, lorsque le matériau dans lequel est réalisé l'élément passif intermédiaire 18 est un matériau dont le coefficient de dilatation thermique est sensiblement nul ou négatif, l'élément tubulaire 22 thermiquement isolant peut être supprimé ou remplacé par un élément tubulaire réalisé en un matériau thermiquement conducteur.

L'extrémité opposée de l'élément passif intermédiaire 18, orientée vers la gauche sur la figure 1, est connectée à l'extrémité adjacente de l'élément actif externe 16 par un autre élément tubulaire 24 thermiquement isolant. Cet élément tubulaire 24 thermiquement isolant remplit une fonction analogue à celle de l'élément tubulaire 22 thermiquement isolant. Il peut donc être supprimé ou remplacé par un élément tubulaire thermiquement conducteur dans le cas où le matériau dans lequel est réalisé l'élément passif intermédiaire 18 est un matériau à coefficient de dilatation thermique sensiblement nul ou négatif.

Enfin, l'extrémité opposée de l'élément actif externe 16, c'est-à-dire l'extrémité de droite sur la figure 1, est connectée à l'organe d'entrée 10 par un autre élément tubulaire 26 thermiquement isolant. Cet élément tubulaire 26 thermiquement isolant remplit, vis-à-vis de la structure reliée à l'organe d'entrée 10, la même fonction que l'élément tubulaire 20 thermiquement isolant vis-à-vis des systèmes commandés par l'organe de sortie 12.

De façon plus précise, l'élément tubulaire 26 thermiquement isolant est fixé sur une cloche 28 dont une partie tubulaire de petit diamètre est fixée dans l'organe d'entrée 10. Cette cloche 28 entoure les

éléments actifs 14 et 16 ainsi que l'élément passif intermédiaire 18, de façon à former un capot pour l'actionneur thermique. De façon plus précise, la cloche 28 comporte une partie tubulaire de relativement grand diamètre qui entoure sur toute leur longueur l'élément actif externe 16 ainsi que les éléments tubulaires 24 et 26 d'isolation thermique.

Pour compléter la description, on voit sur la figure 1 que l'extrémité de gauche de l'élément passif intermédiaire 18, qui est connectée à l'extrémité adjacente de l'élément actif externe 16, est également reliée au manchon 21 fixé à l'organe de sortie 12 par des lames flexibles 30 qui sont disposées dans un plan perpendiculaire à l'axe XX' lorsque l'actionneur est au repos, comme l'illustre la figure. Ces lames flexibles 30 sont orientées radialement par rapport à l'axe XX'. Elles peuvent éventuellement être remplacées par une rondelle flexible ou par tout mécanisme équivalent présentant une raideur importante dans la direction perpendiculaire à l'axe XX' d'application des efforts et une souplesse selon cet axe XX'.

De façon comparable, le caractère coaxial de l'élément actif externe 16 et de l'élément passif intermédiaire 18 est préservé par des lames flexibles 32 qui relient l'extrémité de droite de l'élément passif intermédiaire 18 en considérant la figure à une partie radiale de la cloche 28 attenante à l'organe d'entrée 10. Ces lames flexibles 32 sont également disposées dans un plan perpendiculaire à l'axe XX' lorsque l'actionneur est au repos et elles sont généralement orientées radialement par rapport à cet axe.

Enfin, des lames flexibles 34 relient l'extrémité de la cloche 28 orientée vers la gauche sur

la figure, au manchon 21, à proximité immédiate de l'organe de sortie 12. Ces lames flexibles 34, qui sont placées dans un plan perpendiculaire à l'axe XX' et orientées radialement par rapport à cet axe lorsque  
5 l'actionneur est au repos, préservent le caractère coaxial de la cloche 28 vis-à-vis du reste de l'actionneur.

Lorsque l'actionneur thermique selon l'invention est au repos, les différentes pièces qui le  
10 constituent occupent la position illustrée sur la figure 1.

Lorsqu'un déplacement relatif entre les organes 10 et 12 doit être commandé, les moyens de chauffage et de refroidissement (non représentés) qui  
15 équipent le plus souvent les éléments actifs 14 et 16 sont mis en oeuvre de façon contrôlée. En variante, la mise en oeuvre dans un sens peut être effectuée par échange de chaleur avec l'environnement, comme on l'a déjà indiqué.

Du fait de l'échauffement piloté des  
20 éléments actifs 14 et 16, qui présentent l'un et l'autre un fort coefficient de dilatation thermique positif, ces deux éléments actifs s'allongent simultanément alors que la longueur de l'élément passif  
25 intermédiaire 18 reste pratiquement inchangée, soit du fait qu'elle est thermiquement isolée des éléments actifs par les éléments tubulaires thermiquement isolants 22 et 24, soit du fait que son coefficient de dilatation thermique est nul ou même négatif. Par  
30 conséquent, la distance qui séparait initialement l'organe de sortie 12 de l'organe d'entrée 10 selon l'axe XX' augmente d'une valeur qui correspond à la somme des allongements des éléments actifs 14 et 16.

On réalise ainsi un déplacement relatif  
35 sans jeu entre les organes 10 et 12 sur une distance

relativement important et avec une très grande précision. Le caractère multi-étage de l'actionneur selon l'invention permet en effet, en utilisant autant d'éléments actifs que nécessaire, d'accroître la  
5 longueur de la course de l'actionneur sans augmenter pour autant la longueur totale de cet actionneur.

Il est à noter que l'ensemble formé par la cloche 18, les lames flexibles 30, 32 et 34 et l'élément passif 18 donne à l'actionneur une raideur en  
10 cisaillement, en torsion et en flexion qui lui permet de supporter et de transmettre des charges et des couples importants. En particulier cet ensemble permet aux éléments tubulaires 20, 22, 24 et 26 thermiquement isolants d'être soumis essentiellement à des efforts de  
15 traction-compression. Par conséquent, ces éléments thermiquement isolants peuvent présenter des épaisseurs réduites assurant une bonne isolation thermique. De plus, les lames flexibles 30, 32 et 34 autorisent les déplacements relatifs entre les différentes pièces de  
20 l'actionneur selon l'axe XX', tout en garantissant les raideurs nécessaires.

Sur la figure 2, on a représenté un actionneur selon une deuxième forme de réalisation de l'invention. Cet actionneur se distingue du précédent  
25 par une raideur accrue en flexion. Cet accroissement de la raideur est principalement obtenu par un allongement du manchon 21, de telle sorte que ce manchon forme un troisième élément passif, disposé coaxialement à l'intérieur de l'élément actif.

De façon plus précise, l'élément tubulaire  
30 20 qui relie le manchon 21 à l'élément actif 14 est alors situé à proximité de l'organe d'entrée 10, si l'on prend pour hypothèse que le manchon 21 est fixé à l'organe de sortie 12, comme dans la première forme de  
35 réalisation. L'élément passif 18 interposé entre les

éléments actifs 14 et 16 étant à coefficient de dilatation négatif, ses extrémités sont fixées directement sur les éléments 14 et 16. Enfin, l'extrémité de l'élément actif 16 la plus proche de l'organe de sortie 12 est reliée par l'élément tubulaire 26 à une entretoise 36 fixée à l'extrémité ouverte de la cloche 28.

Pour compléter la description, on voit sur la figure 2 que l'actionneur comporte dans ce cas quatre jeux de lames flexibles qui lui confèrent la raideur en cisaillement, en flexion et en torsion désirée, conjointement avec le manchon 21 et la cloche 28. Des lames 34 relient tout d'abord une entretoise 38, fixée sur l'extrémité du manchon 21 solidaire de l'organe de sortie 12, à l'entretoise 36 fixée sur la cloche 28. Des lames 31 relient également une partie de la cloche 28 attenante à l'organe d'entrée 10 à l'extrémité correspondante du manchon 21. En outre, des lames 30 relient l'entretoise 38 à l'extrémité correspondante des éléments actif 14 et passif 18, et des lames 32 reliant l'extrémité des éléments actif 16 et passif 18 attenante à l'organe de sortie 10 à une partie correspondante de la cloche 28. L'espacement entre les lames 31 et 32, à leurs extrémités fixées sur la cloche 28, est assuré par une entretoise 40.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux formes de réalisation qui viennent d'être décrites à titre d'exemples, mais en couvre toutes les variantes. Ainsi, comme on l'a déjà noté, l'actionneur peut comprendre autant d'éléments actifs que nécessaire, deux éléments actifs consécutifs étant toujours reliés par un élément passif orienté en sens inverse de ces éléments actifs selon l'axe d'application des efforts. Par ailleurs, si l'actionneur selon l'invention présente avantageusement

d'application des efforts. Par ailleurs, si l'actionneur selon l'invention présente avantageusement un axe de symétrie longitudinal, cette disposition n'est pas essentielle.

## REVENDEICATIONS

1. Actionneur thermique, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins deux éléments actifs  
5 (14,16), aptes à subir une augmentation de longueur dans une direction d'application d'efforts (XX'), sous l'effet d'une élévation de température, et inversement, et au moins un élément passif (18) apte à subir une variation de longueur dans ladite direction inférieure  
10 à l'augmentation de longueur de chaque élément actif, sous l'effet de ladite augmentation de température, les éléments actifs (14,16) et passif (18) étant connectés bout à bout en série entre un organe d'entrée (10) et un organe de sortie (12), chaque élément passif (18)  
15 reliant deux éléments actifs (14,16) consécutifs en étant orienté en sens inverse de ces derniers, selon ladite direction, de telle sorte que l'actionneur présente dans cette direction une longueur totale sensiblement inférieure à la somme des longueurs des  
20 éléments actifs (14,16).

2. Actionneur thermique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les éléments actifs (14,16) et passif (18) sont des éléments tubulaires de diamètres différents disposés  
25 coaxialement selon la direction d'application d'efforts.

3. Actionneur thermique selon la revendication 2, caractérisé par le fait qu'il comporte une cloche (28) fixée à l'un (10) des organes d'entrée et de sortie et entourant les éléments actifs (14,16) et passif (18).  
30

4. Actionneur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'organe d'entrée (10) est relié à un  
35 premier (16) des éléments actifs par un premier élément

thermiquement isolant (26), l'organe de sortie (12) étant relié à un deuxième (14) des éléments actifs par un deuxième élément thermiquement isolant (20), le premier et le deuxième éléments thermiquement isolants  
5 étant disposés selon ladite direction d'application d'efforts.

5. Actionneur thermique selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le deuxième élément thermiquement isolant (20) est  
10 interposé entre l'organe de sortie (12) et une extrémité du deuxième élément actif (14) adjacente à cet organe de sortie.

6. Actionneur thermique selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le  
15 deuxième élément thermiquement isolant (20) est interposé entre une extrémité du deuxième élément actif (14) adjacente à l'organe d'entrée (10) et une extrémité correspondante de l'un (21) des éléments passifs, disposé coaxialement à l'intérieur du deuxième  
20 élément actif (14) et dont une extrémité opposée est fixée sur l'organe de sortie (12).

7. Actionneur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les éléments actifs (14,16) sont des  
25 éléments à coefficient de dilatation thermique positif.

8. Actionneur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'élément passif (18) est un élément à coefficient de dilatation thermique positif, cet  
30 élément passif étant relié aux éléments actifs adjacents par des troisièmes éléments thermiquement isolants (22,24), disposés selon la direction d'application d'efforts.

9. Actionneur thermique selon l'une  
35 quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par le



fait que l'élément passif (18) est un élément à coefficient de dilatation thermique au plus sensiblement égal à zéro, cet élément passif étant relié directement aux éléments actifs adjacents  
5 (14,16).

10. Actionneur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que des moyens de chauffage sont associés aux éléments actifs (14,16).

10 11. Actionneur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que des moyens de refroidissement sont associés aux éléments actifs (14,16).

15 12. Actionneur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comprend des lames flexibles (30,32) orientées perpendiculairement à la direction d'application d'efforts et reliant l'organe d'entrée (10) à une extrémité voisine de l'élément passif (18)  
20 et l'organe de sortie (12) à l'autre extrémité de l'élément passif.

13. Actionneur thermique selon les revendications 3 et 12 combinées, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins une autre lame flexible  
25 (31,34) reliant l'autre (12) des organes d'entrée et de sortie à l'extrémité de la cloche (28).



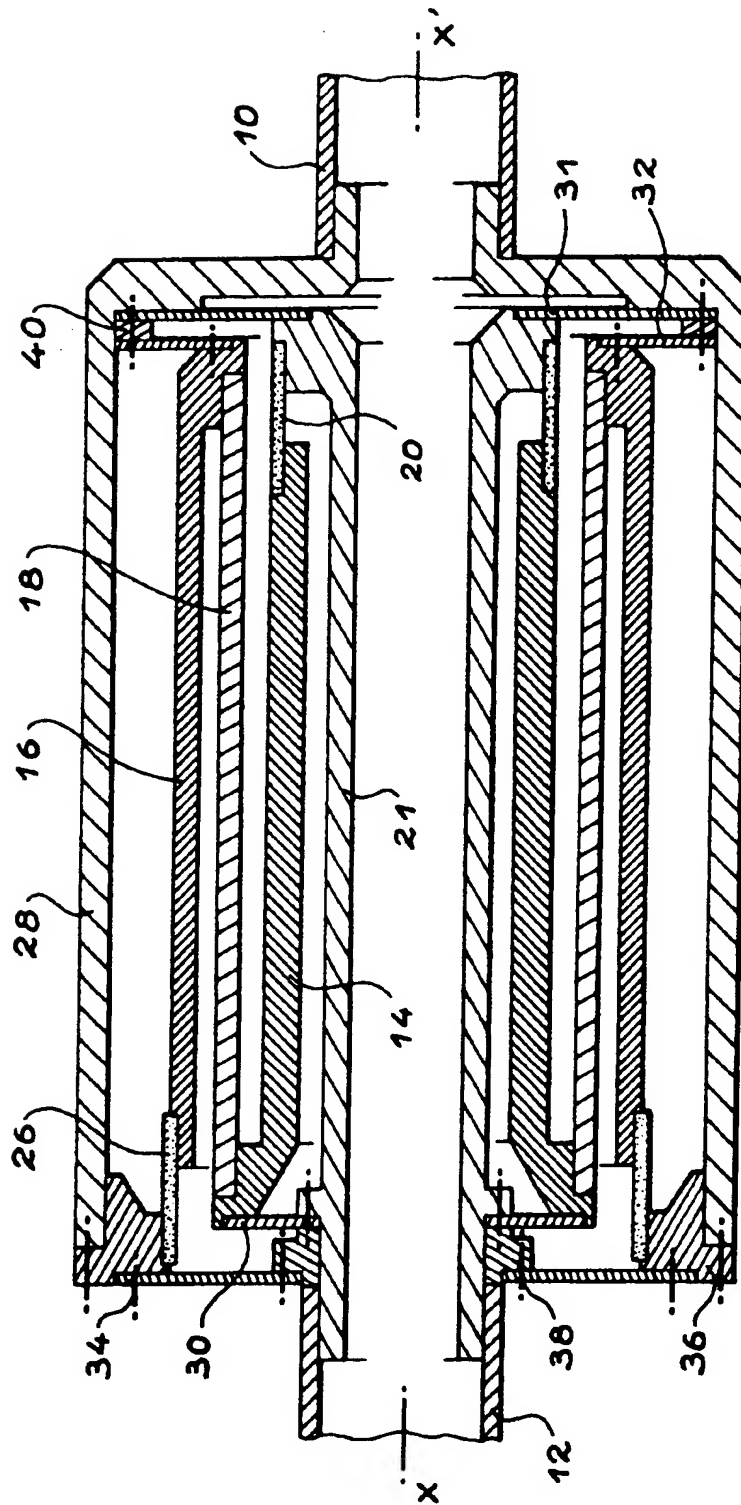


FIG. 2

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 513133  
FR 9502041

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	FR-A-2 384 944 (SINAI)  * page 10, ligne 18 - page 11, ligne 7; figure 3 *	1,2,7, 9-11
A	US-A-2 373 324 (MARTIN)  * page 1, colonne 1, ligne 35 - page 2, colonne 1, ligne 37; figures 1-3 *	1-3,7,8, 10
A	US-A-5 317 875 (O-BRIEN)  * colonne 2, ligne 52 - colonne 4, ligne 10; figures 1-3 *	1,7,10, 11
A	US-A-3 917 327 (PLASKO) * colonne 3, ligne 13 - colonne 4, ligne 39; figures 1,2 *	1,10
A	US-A-3 792 400 (HAYES)	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F03G G05D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
8 Novembre 1995		Van Zoest, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		